









**ALUMINUM BRAZING ALLOY**

**Publication number:** DE3518408 (A1)  
**Publication date:** 1985-11-28  
**Inventor(s):** NANBA KEIZO [JP]; HAGIWARA MICHIKI [JP]; IWASAKI SHOSUKE [JP]; ABIKO TETSUO [JP]  
**Applicant(s):** SUMITOMO LIGHT METAL IND [JP]; SUMITOMO PRECISION PROD CO [JP]  
**Classification:**  
- **international:** *B23K35/28; F28F21/08; B23K35/28; F28F21/00*; (IPC1-7): B23K35/28; C22C21/00  
- **European:** B23K35/28D; F28F21/08  
**Application number:** DE19853518408 19850522  
**Priority number(s):** JP19840104456 19840525

**Also published as:**

 DE3518408 (C2)  
 GB2159176 (A)  
 US4785092 (A)  
 JP60250893 (A)  
 FR2564862 (A1)

**Cited documents:**

 DE1962760 (A1)  
 EP0145933 (A1)  
 JP56169744 (A)

Abstract not available for **DE 3518408 (A1)**

.....  
Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑪ DE 35 18 408 C 2

⑤1 Int. Cl. 4:  
**B 23 K 35/28**  
C 22 C 21/00  
F 28 F 3/02

⑦1 Aktenzeichen: P 35 18 408.6-45  
⑦2 Anmeldetag: 22. 5. 85  
④3 Offenlegungstag: 28. 11. 85  
④5 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 13. 8. 87

Innerhalb von 5 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
25.05.84 JP 59-104456

⑦3 Patentinhaber:  
Sumitomo Light Metal Industries Ltd., Tokio/Tokyo,  
JP; Sumitomo Precision Products Co. Ltd.,  
Amagasaki, Hyogo, JP

⑦4 Vertreter:  
Schwabe, H., Dipl.-Ing.; Sandmair, K., Dipl.-Chem.  
Dr.jur. Dr.rer.nat.; Marx, L., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.,  
Pat.-Anw., 8000 München

⑦2 Erfinder:  
Nanba, Keizo; Hagiwara, Michiki, Nagoya, Aichi, JP;  
Iwasaki, Shosuke, Kobe, Hyogo, JP; Abiko, Tetsuo,  
Osaka, JP

⑤6 Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene  
Druckschriften nach § 44 PatG:

DE-OS 19 62 760  
EP 1 45 933  
JP 56-1 69 744  
Derwent Referat, Nr. 83847, D/46;

⑤4 Aluminium-Hartlote und deren Verwendung beim Bau von Aluminium-Wärmeaustauschern

DE 35 18 408 C 2

DE 35 18 408 C 2

FIG. 1

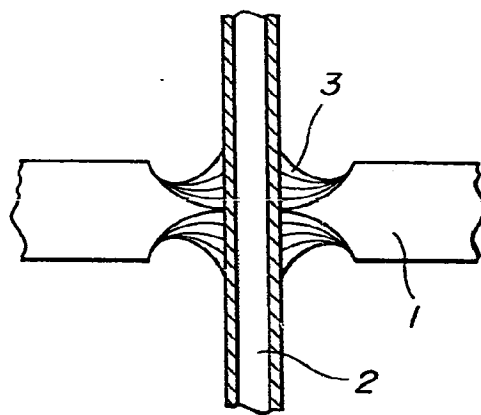
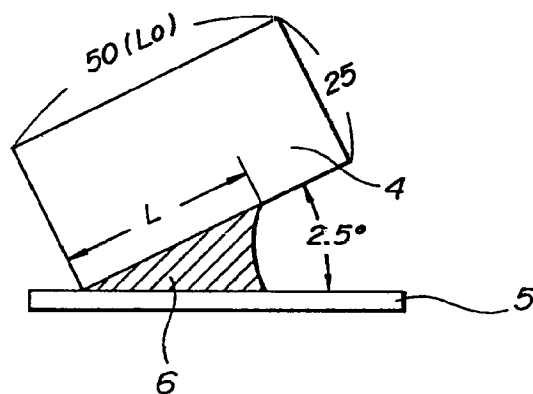


FIG. 2



## Patentansprüche

1. Aluminium-Hartlot aus Silicium, Strontium, Zink und Aluminium, dadurch gekennzeichnet, daß es aus 4,5 bis 13,5 Gew.-% Silicium, 0,005 bis weniger 0,1 Gew.-% Strontium, 9,3 bis 10,7 Gew.-% Zink, Rest Aluminium, besteht.
2. Aluminium-Hartlot nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es gegebenenfalls zusätzlich 2,3 bis 4,7 Gew.-% Kupfer und/oder 0,3-3,0 Gew.-% Magnesium enthält.
3. Verwendung des Aluminium-Hartlotes nach Anspruch 1 oder 2 zum Bau von Aluminium-Wärmeaustauschern durch Hartlöten.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft Aluminium-Hartlote und deren Verwendung bei der Montage von Aluminiumbauteilen, insbesondere die Verwendung beim Hartlöten von Plattenwärmeaustauschern mit Kühlrippen, die zur Verwendung unter sehr hohem Betriebsdruck geeignet sind.

Üblicherweise werden Aluminium-Kühlrippenwärmeaustauscher durch eine entsprechende Hartlöt-Technik, wie durch das Tauchlötverfahren, Vakuumlötverfahren oder durch Hartlöten bei ca. 560—600°C Atmosphäre hergestellt, wofür normalerweise Aluminium-Hartlote, die 4,5 bis 13,5 Gew.-% Silicium und wahlweise zusätzlich weniger als 3 Gew.-% Magnesium oder 2,3 bis 4,7 Gew.-% Kupfer und 9,3 bis 10,7 Gew.-% Zink enthalten, verwendet werden. Diese eben genannten siliciumhaltigen Hartlote mit oder ohne die wahlweisen Zusätze können weiter Beryllium und Wismut unter dem Aspekt, die Benetzbarkeit zu verbessern, enthalten. In dieser Anmeldung bezeichnen, wenn nicht anders angegeben, Prozentangaben Gewichtsprozent. Neben den bereits erwähnten Loten wird in der JP-OS Nr. 56-169 744 die Verwendung von Aluminiumloten, enthaltend 4,5 bis 13,5 Gew.-% Silicium, weniger als 3 Gew.-% Magnesium und 0,1 bis 1,5 Gew.-% Strontium als Aluminiumlot zum Erzielen von hoher Festigkeit in den Lötverbindungen bei der Herstellung von großformatigen Wärmeaustauschern vorgeschlagen.

Aus der DE-OS 19 62 760 ist ferner ein Verfahren zum Löten von Aluminiumwerkstoffen bekannt, bei dem man, um die Benetzungsverhältnisse an der Lötstelle zu verbessern, ein Lot verwendet, das 4-20% Si, Bi und/oder Sr und/oder Ba und/oder Sb in Gehalten von je 0,01-10% Rest Al, gegebenenfalls mit Cu, Mg, Ni, Sn, Zn und/oder Cd enthält.

Weiterhin ist aus der EP-OS 145 933 ein Aluminiumhartlot bekannt, das 10—13% Silicium, 0—3% Mg, 0—5% Cu, 0—0,2% Sr und Rest Al enthält, wobei dieses Lot insbesondere in Form einer Folie beim flußmittelfreien Lötvorgang verwendet werden kann.

Das Derwent Referat Nr. 83847 D/46 beschreibt ein Aluminium-Siliciumlot, das zum Vakuumlöten von großformatigen Teilen, wie z. B. von Wärmeaustauschern geeignet ist. Das Lot enthält 4,5—13,5 Gew.-% Silicium, bis zu 3 Gew.-% Magnesium, 0,1—1,5 Gew.-% Strontium, Rest Aluminium und gegebenenfalls 0,1—4 Gew.-% Wismut.

Wärmeaustauscher mit Kühlrippen, die unter besonders hohen Druckverhältnissen verwendbar sind, werden durch den Reißdruck aufgrund des inneren Druckes, der ein Zerreißen des Wärmeaustauschers bewirkt, charakterisiert. Die Festigkeit der Lötverbindungen wird als ein wesentlicher Faktor für den Reißdruck angesehen. Die Festigkeit in den Lötverbindungen hängt hauptsächlich von der Stärke der gelöteten Kehlnaht und der Struktur in den Lötverbindungsabschnitten ab. Bei der Herstellung von großformatigen Wärmeaustauschern kann eine befriedigende Verbesserung des Hartlötens nicht erreicht werden, da die Stärke der Kehl-Lötnaht hauptsächlich durch eine verlängerte Vorerwärmungszeit für das Hartlöten und durch andere Bedingungen des Verfahrens in ungünstiger Weise beeinflusst wird, wodurch der Reißdruck niedrig bleibt.

Im allgemeinen kann andererseits die metallurgische Struktur der Lötverbindung durch Erhöhung der Abkühlrate nach dem Lötvorgang verfeinert werden, wodurch die Festigkeit erhöht werden kann. Jedoch ist es praktisch sehr schwierig, die Abkühlrate bei der Herstellung von großformatigen Wärmeaustauschern zu erhöhen.

Aufgrund der genannten Umstände liegt der anwendbare Druck für Aluminiumwärmeaustauscher mit Kühlrippen in der Praxis höchstens in der Größenordnung von 4,9 MPa.

Es hat sich außerdem gezeigt, daß die vorhin genannten Aluminiumlote mit Strontiumzusatz in den angegebenen Mengen eine verminderte Benetzbarkeit aufweisen, wodurch sich Kavitäten in den Lötbereichen entwickeln.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung bestand nun darin, verbesserte Aluminium-Hartlote zur Verfügung zu stellen, die die oben genannten Nachteile nicht aufweisen, insbesondere Aluminium-Hartlote zur Verfügung zu stellen, die besonders vorteilhaft beim Bau von Aluminium-Plattenwärmeaustauschern, die unter sehr hohen Druckverhältnissen verwendet werden, einsetzbar sind.

Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe durch ein Aluminium-Hartlot gelöst, das 4,5 bis 13,5 Gew.-% Silicium, 0,005 bis weniger 0,1 Gew.-% Strontium, 9,3 bis 10,7 Gew.-% Zink, Rest im wesentlichen Aluminium und gegebenenfalls 2,3 bis 4,7 Gew.-% Kupfer und/oder 0,3 bis 3,0 Gew.-% Magnesium enthält, gelöst.

Die erfindungsgemäßen Aluminium-Hartlote ergeben eine sehr verfeinerte metallurgische Struktur in den Lötverbindungen bei Anwendung einer der üblichen Hartlöttechniken, wodurch die Festigkeit in den Lötverbindungen entscheidend verbessert wird und eine verbesserte Hartlötbarkeit erreicht wird.

Die Fig. 1 zeigt einen vertikalen Schnitt durch eine kreuzförmige Lötverbindung, wie sie für die Bruchversuche gemäß Tabelle III verwendet wurde, und Fig. 2 zeigt eine Testprobe für den Kehlnahtfülltest.

In Übereinstimmung mit der Erfindung wurde gefunden, daß die vorhin beschriebenen Probleme und Nachteile, die mit den herkömmlichen Hartloten verbunden sind, durch die Verwendung der Aluminium-Hartlote,

deren Zusammensetzung oben beschrieben ist, überwunden werden können.

Im folgenden wird die Funktion der einzelnen Lotbestandteile und der Grund, warum jede Komponente auf den oben beschriebenen Konzentrationsbereich beschränkt ist, erläutert.

#### Silicium

5

Dieses Element ist ein Hauptbestandteil von Hartloten und reduziert in vorteilhafter Weise den Schmelzpunkt von Hartloten, wodurch eine wünschenswerte Fließfähigkeit hergestellt wird. Ein Siliciumgehalt unter 4,5 Gew.-% reduziert in unerwünschter Weise die Fließfähigkeit und führt zu Schwierigkeiten im Hartlötprozeß. Andererseits erhöht sich der Schmelzpunkt einer Legierung bei einer Siliciumkonzentration von über 13,5 Gew.-% auf einen ungünstig hohen Wert mit der Folge, daß die Legierung zum Hartlöten nicht mehr verwendet werden kann.

10

#### Magnesium

15

Diese Komponente ermöglicht Hartlöten im Vakuum oder in nichtoxidierender Atmosphäre, ohne das Erfordernis eines Flußmittels. Ein Magnesiumgehalt von weniger als 0,3 Gew.-% bewirkt diese Effekte nicht im ausreichenden Maße, während ein Magnesiumgehalt von über 3,0 Gew.-% zu einer starken Verdampfung von Magnesium führt und den verwendeten Ofen in unerwünschter Weise aufgrund des Niederschlages von verdampftem Magnesium verschmutzt.

20

#### Kupfer

Kupfer reduziert den Schmelzpunkt von Hartlötlegierungen und verbessert ihre Hartlötbarkeit. Unter 2,3 Gew.-% ist die Wirkung ungenügend, während ein Kupfergehalt von mehr als 4,7 Gew.-% die Lötbarkeit nachteilig beeinflusst.

25

#### Zink

Zink wirkt schmelzpunktniedrigend und erleichtert den Hartlötprozeß. Ein Zinkgehalt von weniger als 9,3 Gew.-% bewirkt den Effekt nicht in ausreichender Höhe, während andererseits ein Zinkgehalt von mehr als 10,7 Gew.-% die Lötbarkeit nachteilig vermindert.

30

#### Strontium

35

Diese Komponente hat einen die Lötbarkeit verbessernden Effekt. Wenn Strontium in einer Konzentration von weniger als 0,005 Gew.-% vorhanden ist, ist der Effekt unzureichend, während ein Strontiumgehalt von 0,1 Gew.-% oder mehr keine befriedigende Benetzbarkeit bewirkt, wodurch die Hartlötbarkeit erniedrigt wird.

Nachstehend wird die Erfindung im Detail unter Bezugnahme auf das Beispiel erläutert.

40

#### Beispiel 1

Ein Hartlötblech, bestehend aus einem Kernmaterial der Legierung AA3003 und einer Plattierung, hergestellt nach den in Tabelle I aufgeführten Legierungen, die beidseitig in einem Verhältnis von 10 Gew.-% des Gesamtgewichtes auf der Oberfläche des Kernes aufgebracht ist, wird mit einem AA3003-0-Legierungsblech zu einem Probekörper, wie in der Fig. 2 gezeigt, kombiniert, und an jedem Probekörper wird zur Überprüfung der Hartlötbarkeit der Kehlnahtfülltest durchgeführt. In der Fig. 2 entspricht die Bezugsziffer 4 einem Hartlötblech, 50 mm x 25 mm Seitenlänge, 1 mm Wandstärke, die Bezugsziffer 5 entspricht einem AA3003-0-Aluminiumblech, (AA3003-0: Gew.-% Mn 1,15; Cu 0,15; Mg 0,01; Si 0,23; Fe 0,58; Zr < 0,01; Ti 0,01; Cr < 0,01; V < 0,01; Rest Al) mit den Abmessungen 60 mm x 60 mm und 1 mm Wandstärke, und die Bezugsziffer 6 entspricht der Kehlnaht entsprechend den in Tabelle I beschriebenen Hartloten. Die Testergebnisse sind in der Tabelle I dargestellt.

45

50

55

60

65

Hartlöt- blech Nr.	Hartlötlegierungs-Zusammensetzung im Hartlötblech		Füllung durch die Kehllöt- naht $L/Lo \times 100(\%)$	Optisches Er- scheinungsbild der hartgelöteten Stelle	Hartlötverfahren	
5	Hauptanteile in der Legierung		Zusätzl. Konzentration an Sr			
10	16*)	Al-10% Si-4% Cu-10% Zn	0	77	gut	Ofenhartlötverfahren (unter Verwendung eines Flußmittels) in Luft bei 560°C f. 3 Min.
	17	Al-10% Si-4% Cu-10% Zn	0,03	76	gut	
	18	Al-10% Si-4% Cu-10% Zn	0,07	74	gut	
15	19*)	Al-10% Si-4% Cu-10% Zn	0,12%	50	Vorkommen von Kavitäten	
	20	Al-10% Si-10% Zn	0,02	76	gut	

\*) Hartlötbleche zum Vergleich.

Weiter wurden erfindungsgemäß Hartlötbleche, beschrieben in Tabelle I, mit einem Aluminiumblech AA3003 zur Bildung einer kreuzförmigen Hartlötverbindung, wie in Fig. 1 gezeigt, kombiniert und anschließend in Luft durch Erhitzen auf ca. 560—600°C für 3 Minuten hartgelötet. Anschließend wurden die hartgelöteten Testproben im Bruchtest überprüft, die Ergebnisse sind in Tabelle II dargestellt.

Tabelle II

Ergebnisse des Bruchversuches an den Hartlötverbindungen  
(Werte für den Reißdruck in der Tabelle sind Mittelwerte aus fünf Messungen).

Testprobe	gebrochener Teil	Reißkraft an der gelöteten Stelle (MPa)
(Vergleichsbeispiel) (Sr-frei) (erfindungsgemäßes Beispiel) (enthält Sr)	hartgelöteter Teil Grundplatte	81,34—88,20 nicht weniger als 102,9

Wie bereits ausgeführt, entwickeln die erfindungsgemäßen Aluminium-Hartlote der Erfindung eine sehr viel feinere Struktur an den hartgelöteten Verbindungsstellen durch Anwendung jedes der herkömmlichen Hartlötverfahren, zum Beispiel Vakuumhartlöten, Hartlöten in Stickstoffatmosphäre, etc., durch das Tauchhartlötverfahren, und dadurch sorgen sie, wie aus den Ergebnissen der Experimente, Tabelle I, ersichtlich ist, für eine hochfeste Hartlötverbindung im Vergleich zu herkömmlichen Hartloten, einschließlich Aluminium-Silicium, Aluminium-Silicium-Magnesium und Aluminium-Silicium-Kupfer (oder -Zink)-Hartloten und eliminieren die Bruchoder Reißprobleme aufgrund des Innendruckes oder anderer zerstörender Kräfte. Weiters wird das Vorkommen von Kavitäten, welches unvermeidbar mit den Aluminium-Silicium-Strontium-Hartloten, offengelegt in der JP-Patentanmeldung Nr. 56-169744, zusammenhängt, durch Lötverbindungen mit den erfindungsgemäßen Loten nicht gefunden und das Hartlöten kann unter vorteilhaften Bedingungen durchgeführt werden.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen